ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 7 SEPTEMBRE 1931.

PRÉSIDENCE DE M. Louis BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *Solutions graphiques nouvelles du calcul des lignes électriques de transmission à haute tension.* Note [1] de M. **André Blondel**.

Chaque ligne est caractérisée par son impédance caractéristique $\mathrm{m} = m\,\underline{|\gamma}$ et sa constante de propagation [2] $\mathrm{n} = n\,\underline{|\delta}$. Soit U_1, I_1, φ_1 le régime d'arrivée.

Le régime au poste de départ est représenté par les équations classiques qui expriment la superposition des régimes

$$(1) \qquad U_d = U_1 \operatorname{ch} \mathrm{n} x + \mathrm{m} I_1 \operatorname{sh} \mathrm{n} x = \alpha U_1\,\underline{|\varepsilon} + \beta m I_1\,\underline{|\eta + \gamma},$$

$$(2) \qquad I_d = \frac{U}{\mathrm{m}} \operatorname{ch} \mathrm{n} x + U_1 I_1 \operatorname{ch} \mathrm{n} x = \frac{\beta}{m} U_1\,\underline{|\eta - \gamma} + \alpha I_1\,\underline{|\varepsilon}.$$

Les deux premiers termes correspondent à la marche à circuit ouvert ($I_1 = 0$) et les deux seconds termes au régime de court circuit ($U_1 = 0$); pour simplifier l'écriture on a introduit les modules et les arguments de $\operatorname{sh} \mathrm{n} x$ et $\operatorname{ch} \mathrm{n} x$. On se débarrasse des $\operatorname{ch} \mathrm{n} x$ en écrivant

$$\alpha U_1 = U_0 \qquad \text{et} \qquad \alpha I_1 = I_0.$$

---

[1] Séance du 17 août 1931.

[2] Dans cette Note toutes les constantes et variables sont vectorielles et supposées exprimées en notations complexes.

D'où, en posant

$$\operatorname{th} n x = \frac{\beta}{\alpha} \underline{|\eta - \varepsilon} = \tau \underline{|\sigma}, \qquad J_0 = \frac{U_1}{m} \beta \underline{|\eta - \gamma},$$

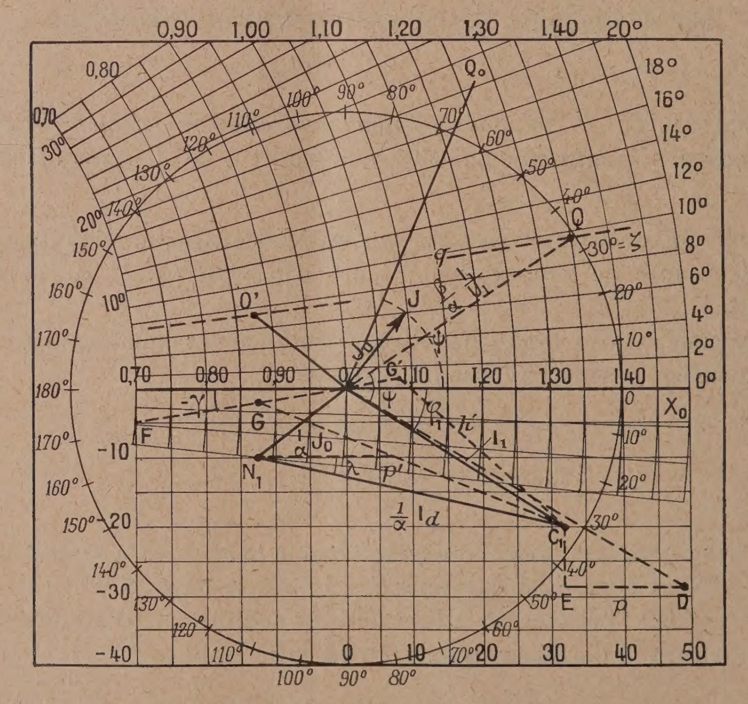
$$(3) \qquad U_d = U_0 \underline{|\varepsilon} \left[1 + \frac{\beta}{\alpha} m \frac{I_1}{U_0} \underline{|\eta + \gamma - \varepsilon} \right] = U_0 \underline{|\varepsilon} \left[1 + m\tau \frac{I_1}{U_0} \underline{|\sigma + \gamma} \right],$$

$$(4) \qquad I_d = \alpha \underline{|\varepsilon} \left[I_1 + \frac{1}{\alpha} J_0 \underline{|\sigma - \gamma} \right] = a \underline{|\varepsilon} \left[I + \frac{\beta}{a} \frac{U_0}{m} \underline{|\eta - \varepsilon\gamma} \right]$$

et l'on pose

$$(5) \qquad \psi = \eta + \gamma - \varepsilon = \sigma + \gamma; \qquad \xi = \eta - \gamma - \varepsilon = \sigma - \gamma.$$

1° La figure représente à sa partie supérieure la solution par un abaque



Épure des tensions (partie supérieure) ou des puissances (partie inférieure).

universel. On a pris le point de concours des tensions U_d et U_0 (qui est toujours loin en dehors de l'épure) comme centre d'un réseau de cercles concentriques tracés une fois pour toutes avec des rayons 0,70; 0,80; 0,90; 1,0; 1,10; 1,20, etc. à une échelle arbitraire (en prenant comme unité

le rayon passant par l'origine O) et une série de droites rayonnant dudit centre et graduées en angles ζ (mesurés en avant) par rapport à l'axe OX_0 qui représente la phase de la tension à vide au départ U_0.

On utilise d'autre part, le long de OX_0 (et d'un axe perpendiculaire), une échelle quelconque pour la représentation des courants I_1 et J_0; et l'on gradue la même échelle en watts, en multipliant les nombres d'ampères par U_1 volts. Ainsi construit, l'abaque universel s'emploie comme il suit.

A partir de O situé sur le cercle numéroté 1, on trace le vecteur du courant $I = OC$, sous l'angle de phase au départ φ_1. On trace d'abord un vecteur $ON_1 = \frac{J_0}{\alpha} \underline{|\xi + \pi}$ (orientation rapportée à U_0). En joignant N_1C_1 on obtient un vecteur représentant $\frac{1}{\alpha} I_d$ au départ. Pour déterminer la phase φ_d de I_d par rapport à U_d, on place sur le vecteur N_1C_1 un côté d'une équerre mobile (découpée ou transparente) ayant en O un angle égal à ψ, et dont l'autre côté aura été gradué en valeurs de I_1 suivant une échelle telle que $OQ = \frac{m\beta}{\alpha}\frac{I_1}{U}$ (qui représente un nombre pur). Le point Q de cette échelle correspondant au courant OC tombe sur un cercle et un rayon de l'abaque. Le chiffre lu sur le cercle indique le coefficient k de surtension au départ d'après (3)

$$k = \frac{U_d}{U_0} = 1 + \tau m \frac{I_1}{U_0}. \tag{6}$$

Le nombre de degrés lu sur le rayon indique de même l'avance de phase ζ de U_d sur U_0. Soit λ l'angle de décalage de N_1C_1 par rapport à OX (lu à l'aide d'un rapporteur et d'une équerre), on en déduit : $\varphi_\lambda = \zeta + \lambda$, et

$$P_d = U_d I_d \cos\varphi_d = \alpha^2 k U_1 \overline{N_1C} \cos\varphi_d \tag{7}$$

(expression de la puissance pour une phase).

On peut donc construire par points les courbes des régimes au départ U_d, I_d, φ_d, P_d en fonction d'une quelconque des variables du poste d'arrivée [1],

---

[1] Dans des abaques que j'ai établis antérieurement (*Éclair. élect.*, 49, 1906, n° 48, fig. 8) et qui ont été perfectionnés par plusieurs auteurs (MM. Thielemans, Darrieus, Levanchy, etc.) (au point de présenter quelques complications), les surtensions étaient rapportées à la valeur de U_1 au lieu de U_0 et au vecteur U_1. Ici, pour obtenir une grande simplicité, on ne se préoccupe pas du décalage ε entre U_1 et U_0, et entre I_1 et I_0, car il leur est commun; et l'on peut toujours en tenir compte, *en temps utile*, dans les cas où l'on aurait à jonctionner deux lignes différentes à une certaine distance de l'usine, ou si l'on veut calculer les courants de retour par la terre.

à laquelle on donnera une série de valeurs successives; on fera varier par exemple I_1 ou P_1 en maintenant U_1 et φ_1 constants.

La même épure permet d'obtenir α et ε en traçant à partir de O un vecteur OO′ représentant

$$U_1(1-\mathrm{ch}\,\mathrm{n}x)=\frac{2U_0}{\alpha}\mathrm{sh}^2\frac{\mathrm{n}x}{2},$$

on obtient $\mathrm{ch}\frac{\mathrm{n}x}{2}$ sur un abaque ou une table des ch. Le point extrémité O′ du vecteur indique sur le réseau des cercles la valeur α et sur le réseau de droites l'angle ε. Chacune des lignes hyperboliques utilisée peut être, à défaut de table, calculée par développement en série.

2° On peut établir comparativement une autre épure fondée sur la considération des variations de puissance et d'hormanance [1]. On utilise simplement une feuille de papier quadrillé, à laquelle on ajoute sur les deux axes les échelles doubles en ampères et watts (pour U_1 volt) définies plus haut. On construit l'épure des courants comme plus haut, et l'on déduit la tension et le décalage de la puissance et de l'hormanance au départ. A cet effet on détermine les cercles *cercles d'égale perte de puissance p* dans la ligne, correspondant à la position du point C, en écrivant l'équation de p [2]

$$(8)\qquad p=\frac{\alpha\beta}{m}U_1^2\cos\xi+2\cos\gamma\,\beta^2 U_1 I_1\cos(\gamma-\varphi_1)+\alpha\beta m I_1^2\cos\psi.$$

En posant $x=I_1\cos\varphi_1$, $y=-I_1\sin\varphi_1$ pour les coordonnées du point C, en ampères, on obtient l'équation du cercle relatif à une perte p constante

$$(9)\qquad m\cos\psi(x^2+y^2)+2U_1\frac{\beta}{\alpha}\cos\gamma(x\cos\gamma+y\sin\gamma)+\frac{1}{\beta}U_1^2\cos\xi=\frac{p}{\alpha\beta}.$$

La perte en watts p_0 au départ dans la marche à vide ($I_1=0$) est

$$(10)\qquad p_0=\frac{\alpha\beta}{m}U_1^2\cos\xi=U_0 J_0\cos\xi=\alpha^2 U_1.\overline{\mathrm{ON}_1}\cos\xi.$$

Et si l'on appelle x_0 et y_0 les coordonnées du centre et R_0 le rayon du

(1) Considération déduite du principe de la séparation des puissances de M. Paul Boucherot et des cercles de pertes de M. Darrieus. J'appelle hormanance la puissance réactive.

(2) Expression déduite des formules données sans exiger l'emploi des imaginaires, par l'auteur en 1908 : *La Lumière électrique*, 2e série, 2, 1908, n° 21, formule (5); on remarquera ici que du terme $\alpha^2 U_1 I_1\cos\varphi_1$ est retranché $U_1 I_1\cos\varphi_1$ et que $\alpha^2-1=\beta^2$ et $\psi-\xi=2\gamma$.

cercle correspondant à $I = 0$, à l'échelle des ampères,

$$R_0 = x_0 - jy_0 = \frac{J_0}{\alpha}\frac{\cos\gamma}{\cos\psi}\,\underline{|\pi - \gamma}. \tag{11}$$

Pour $I_1 \neq 0$, et pour une perte constante $p \neq p_0$,

$$R_p^2 = (x - x_0)^2 + (y + y_0)^2 = R_0^2 + \frac{p - p_0}{\alpha\beta m \cos\psi},$$

valeur facile à construire au moyen d'un triangle rectangle, et qui permet de tracer un topogramme formé de cercles d'égale perte de puissance.

On peut tracer de même un topogramme de cercles d'égale perte d'hormanance h [1].

Le centre G' des nouveaux cercles reste sur le même vecteur OF, mais à la distance $OG' = R' = -\frac{J_0}{\alpha}\frac{\sin\gamma}{\sin\psi}$, pour une perte d'hormanance h_0 négative

$$h = -U_0 J_0 \sin\xi = -\alpha^2 U_1 ON_1 \sin\xi. \tag{12}$$

Les autres cercles d'égales h ont des rayons R_h tels que

$$R_h^2 = R_0^2 + \frac{h - h_0}{\alpha\beta m \sin\psi}.$$

Les deux réseaux de cercles R_p et R_h indiquent pour tout point C_1 définissant le vecteur de courant utile $OC_1 = I_1$, la puissance p et l'hormanance h qu'il faut ajouter à celles d'arrivée P_1 et H_1 pour avoir les puissances et hormanances totales au départ P_d et H_d. Si donc on porte à partir de C_1 une horizontale égale à p watts, puis une verticale égale à h watts, le vecteur OD ainsi obtenu définit par sa longueur la puissance apparente au départ $U_d I_d$ et par ses projections la puissance et l'hormanance correspondantes

$$U_1 I_1 \cos\varphi_1 + p; \quad U_1 I_1 \sin\varphi_1 + h.$$

D'où, si l'on mesure OD et N_1C_1 *à la même échelle*, $U_d = \frac{OD}{N_1C} U_1$.

On peut remplacer les cercles par leurs rayons portés sur deux bandes de papier ou de carton ; en face des longueurs proportionnelles à R_p ampères (ou à R_h), on inscrit les valeurs en watts des pertes correspondantes p

---

[1] La figure est tracée dans l'hypothèse où γ est négatif, cas usuel. Pour les valeurs négatives de h, ED vient au-dessus de C et non en dessous.

(ou h respectivement) et l'on mesure ainsi en pertes les distances GC et G'C.

Le rendement maximum s'obtient en plaçant C sur l'horizontale passant par G [1].

M. **J.-B. Charcot** s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie, sous le haut patronage de laquelle est placée l'année polaire 1932-1933, de la mission de préparation accomplie au Scoresby-Sund par le *Pourquoi-Pas?* sous ma direction.

Tous les buts ont été atteints grâce à l'excellent équipage de l'État, admirablement commandé par l'Officier des équipages A. Chatton et la collaboration de M. Louis Gain, mon ancien collaborateur dans l'Antarctique, actuellement inspecteur à l'O. N. M., envoyé en mission par le Ministère de l'Air.

L'emplacement de la maison d'habitation et de la station basse a été choisi, les matériaux portés à pied d'œuvre, la construction commencée.

M. Gain, après avoir exploré les sommets du voisinage, a trouvé l'emplacement idéal de la station d'altitude, qui pourra même communiquer par signaux avec la station principale. Un charpentier danois, spécialiste de ce travail, terminera la construction des deux stations, de telle sorte que les membres de la mission de l'année polaire pourront commencer leurs observations dès leur arrivée en 1932.

La sympathie et l'intérêt des fonctionnaires danois et des esquimaux sont largement acquis.

Le *Pourquoi-Pas?* en cours de croisière a poursuivi, grâce à la présence de M. Serène, licencié ès sciences, de M. le professeur Mercanton de Lausanne et de moi-même, ses travaux habituels d'histoire naturelle, de physique du globe et d'océanographie. M. Gain, grâce aux renseignements fournis par la T. S. F., dressait matin et soir des cartes météorologiques et les prévisions de ce savant, reconnues presque toujours très exactes, ont rendu les plus grands services à notre navigation sur un bateau dont la marche dépend de la direction du vent et de l'état de la mer.

---

[1] *Loc. cit.* (p. 413).

De nombreuses photographies et un film documentaire ont été pris, tandis que l'artiste bien connu, M. Montagné, a réuni une importante collection d'aquarelles et de dessins.

Le *Pourquoi-Pas?* doit reprendre la mer dans quelques jours pour poursuivre des études biologiques dans l'Atlantique et l'essai de divers appareils océanographiques.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Les trois types de mitoses caractéristiques du premier développement chez l'œuf de Bombyx fécondé ou parthénogénésique.* Note [1] de MM. **E. Bataillon** et **Tchou Su.**

Chez les œufs d'Oursins et d'Anoures, trois types mitosiques fondamentaux nous donnent une idée des adaptations diverses auxquelles se prêtent les rythmes plasmocinétiques et caryocinétiques relativement autonomes.

Le plus simple est le monaster d'activation totale, membranogène. Ici, le levain de gel véhiculé par la spermie est absent. Le relèvement du métabolisme sur l'œuf vierge donne le pas à la caryocinèse. La fonte tardive de la membrane nucléaire libère des principes actifs : caryoplasme et cytoplasme se figent sur un gel rayonnant qui inaugure le rythme des mitoses monocentriques; la plasmocinèse domine la caryocinèse et lui impose sa forme.

Dans le type amphiastral de fécondation, le levain spermatique engage d'emblée l'évolution astérienne; et le spermaster s'est dédoublé quand les noyaux entrent en cinèse. Le fuseau nucléaire, né au contact de deux masses plasmatiques rigides, est un gel autonome dont la bipolarité coïncide avec celle du couple astérien. La continuité de cette adaptation, qui synchronise plasmodiérèse et caryodiérèse, suppose une anticipation régulière de la dicentrie plasmatique; elle s'amorce à chaque télophase.

Le rythme anastral d'activation partielle marque bien cette indépendance relative des mouvements plasmatiques et nucléaires qui semblent alterner. Une réaction éliminatrice déficiente a ajourné tous les processus cinétiques. Mais c'est le plasma qui se prend tout d'abord en un gel périnucléaire. Le noyau s'ouvrira comme dans le cas précédent sur un aster épanoui mais monocentrique et son fuseau, libéré dans une aire de régression, s'étranglera sur l'œuf indivis. Le fuseau type de la caryocinèse naît toujours dans les mêmes conditions; mais il a sa *bipolarité propre*, elle se manifeste sur un gel simple comme au contact d'un gel double.

Les conditions changent chez l'œuf centrolécithe de Bombyx, pauvres en plasma; ici, après la réaction fécondatrice globale, les pronucléi, le couple amphimixique et ses dérivés accaparent des îlots limités, indépen-

---

(1) Séance du 31 août 1931.

dants *au point de vue cinétique*. La relation $\frac{N}{P}$, très faible dans le cas général qui vient d'être visé, se trouve partout beaucoup plus forte. A ce caractère dominant, qui réduit au minimum les processus plasmocinétiques initiaux, s'en ajoute un autre : la *permanence d'un centrosome d'origine mâle*, indispensable à la cytodiérèse sur les territoires arrivés à une certaine taille.

Trois types mitosiques fixent encore l'attention : ils correspondent à trois catégories d'îlots : *cellule femelle* privée de centres où la relation $\frac{N}{P}$ est maxima; *cellule mâle*, à relation $\frac{N}{P}$ anormalement faible (nantie de centres); enfin *cellule amphimixique* qui cumule les constituants d'un élément mâle et d'un élément femelle : c'est le cas normal avec un rapport de masses intermédiaire.

La cellule femelle, point de départ d'une parthénogenèse, c'est le pronucleus, issu de cinèses maturatrices identiques à celles de l'œuf fécondé, et entouré d'une mince auréole cytoplasmique. De par cette pénurie, et quel qu'ait été le degré d'activation, l'appareil cinétique se réduit au gel fusorial, sans antécédent astérien : un rythme anastral simplifié se substitue au rythme monastérien qui évoluait ailleurs à la condition inverse. L'étranglement du fuseau entraîne celui de la pellicule, et l'on s'attendrait à une série de cytodiérèses irréprochables. Or une autorégulation du rapport de masses compromet l'embryogenèse. Dès le stade 2, plus souvent aux stades 4 ou 8, la cytodiérèse avorte sur certains îlots plus volumineux, munis de cinèses multiples, géantes ou pluripolaires. Même sur les bandelettes embryonnaires les meilleures, on trouvera des cellules énormes à noyaux bosselés, en voie d'altération. A une autre échelle, c'est la condition du rythme anastral chez l'œuf d'Oursin. Sur les teritoires accrus, l'étranglement du fuseau devient impuissant à diriger la division totale en l'absence de centrosome.

La parthénogenèse effective exigerait ici un succédané du spermaster, que nos techniques ne nous donnent point. Si elle existe chez le Bombyx, comme d'aucuns l'ont soutenu, elle ne saurait être qu'un accident rarissime.

Sur une cellule mâle surnuméraire, c'est la relation $\frac{N}{P}$ inverse. La caryocinèse se fige en métaphase; deux granules issus du spermocentre s'éloignent de plus en plus des pôles du fuseau, entraînant le plasma étranglé et amorçant la plasmodiérèse. Les deux masses polaires s'isolent plus tard de la figure cinétique en pycnose. Leurs centres vont s'irradier, se multiplier et fournir une constellation d'îlots anucléés. Une relation inverse de la précédente commande bien un résultat inverse : *division active de territoires centrés sans noyau*. Chez la cellule femelle, c'était la *plasmodiérèse bloquée* sur des *îlots plurinucléés* et *privés de centre*.

Mais, même sur ces fuseaux figés, la croissance plasmatique s'affirme. La plasmodiérèse suspendue ne s'achève, et la prolifération ne commence qu'au moment où le gel astérien s'épanouit sur des masses d'une certaine taille.

Il en va de même des cellules amphimixiques. Au début, leurs granules centraux se dilatent régulièrement en anaphase, évoquant le rythme astérien normal, mais les radiations sont absentes. C'est avec un semis de centaines d'éléments dont le diamètre a doublé, quand commence la migration, que de puissants asters se développent sur les centres télophasiques, soit au centre de l'œuf, soit dans les premières mitoses de la séreuse. Condition passagère! car bientôt le rythme fléchit avec l'absorption des réserves. Sur les cellules réduites de la séreuse et de la bandelette, les radiations mitosiques s'effacent.

En résumé, deux données fondamentales éclairent les types cinétiques des œufs de Bombyx :

importance capitale du centrosome, levain de gel localisé apporté par la spermie, condition nécessaire d'un rythme régulier de cytodiérèses;

autonomie cinétique des trois sortes cellulaires dont la destinée est dominée par des relations nucléoplasmiques très différentes.

C'est la masse plasmatique insignifiante de la première cellule femelle qui réduit sa figure cinétique au gel fusorial, et substitue au rythme monastérien un rythme anastral simplifié. C'est l'absence de centre qui bloque la cytodiérèse et trouble la caryocinèse, quand l'autorégulation amène les cellules parthénogénésiques à une certaine taille.

Chez les cellules mâles comme chez les éléments amphimixiques, le gel astérien ne s'épanouit que tardivement quand le diamètre a doublé. Les caryocinèses mâles sont irrémédiablement figées de par leur relation $\frac{N}{P}$ trop faible. Mais la plasmodiérèse persiste. Elle s'achève quand les masses polaires s'irradient; elle continue sur ces masses, détachées des fuseaux en pycnose; elle est dirigée constamment par une sphérocinèse dont l'origine nous fait toucher du doigt le fonds de vérité que recèle encore la thèse de Boveri. Nulle part n'émergent, mieux que dans la fécondation des œufs de Bombyx, *la permanence et la continuité génétique du grumeau centrosomien d'origine spermatique. Les gélifications astériennes n'apparaissent que sur lui; on ne les voit jamais dans la parthénogenèse où il manque.*

NOMINATIONS.

MM. A. **Béhal**, C. **Matignon** et M. **Delépine** sont délégués pour représenter l'Académie à l'inauguration de la statue de Henri Moissan, à Meaux, le 4 octobre 1931, à l'issue du *XIe Congrès de Chimie industrielle*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Ministère des Colonies. *Mission de prospection des forces hydrauliques de l'Afrique équatoriale française.* P. Darnault, Ingénieur, Chef de Mission. *Rapport d'ensemble.* Préface de M. Antonetti, Gouverneur général de l'Afrique équatoriale française. (Présenté par M. P. Janet.)

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'application des interférences à quelques problèmes d'écoulement à grande vitesse.* Note (1) de M. **R. Tremblot**, transmise par M. A. Cotton.

Au moyen du dispositif décrit dans une précédente Note (2), nous avons pu mesurer la répartition des densités dans une tuyère de Laval, afin de décider entre les conclusions de Prandtl, Steichen et Stodola, d'après lesquels l'écoulement est rigoureusement adiabatique, et celles de Müller (3), indiquant une évolution sensiblement à chaleur constante.

Les courbes que nous avons obtenues coïncident avec celles que l'on déduit de la première hypothèse, la précision étant supérieure à 1 pour 100. Il est, pour cela, nécessaire de profiler la tuyère de manière à amener une continuité suffisante dans la courbure des parois; sinon, la densité cesse brusquement de décroître dans la région correspondante, le point figuratif passant d'une branche d'adiabatique sur une autre. Nous avons ainsi suivi la détente de l'air depuis la pression initiale de 3,5 kg/cm² jusqu'à des pressions inférieures à 0,7 kg/cm²; la détente est alors limitée par le décollement du jet, dont la structure est analogue à celle observée par Mach dans les écoulements libres s'effectuant à des vitesses supérieures à la célérité du son.

L'interféromètre de Michelson nous a permis également une étude des

(1) Séance du 31 août 1931.

(2) *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 480.

(3) Muller, *Dissertation*, Munich et Berlin, 1919.

variations de densité autour d'un obstacle, de manière à observer un phénomène à deux dimensions. La vitesse du courant atteignait sensiblement 500 m/sec, soit le double de celle du son à la température correspondante. L'obstacle était constitué par une lame de métal de $0^{mm},5$ d'épaisseur terminée, soit par une face plane, soit par un demi-cylindre ou un biseau aigu. Dans les deux premiers cas, l'onde de choc se forme à 1^{mm} en amont de l'obstacle, et présente une épaisseur notable; la densité augmente de 60 pour 100 environ en face du bord d'attaque, en subissant une discontinuité. Mais le fait non encore signalé, semble-t-il, consiste dans la répercussion du choc vers l'amont du courant; la densité du fluide augmente légèrement quelques millimètres avant le front de l'onde de choc.

Cette variation de densité doit, corrélativement, entraîner un réchauffement considérable du gaz : il en résulte une légère variation du chemin optique dans le verre constituant les parois du tunnel, au voisinage immédiat du bord d'attaque de l'obstacle.

Pour contrôler ces résultats, nous avons utilisé un dispositif interférentiel, dû à M. Danjon, qui fournit directement les différences d'indice suivant deux chemins distants de $0^{mm},05$ à $0^{mm},30$ et traversant normalement le tunnel. Les clichés obtenus par cette méthode dessinent avec plus de netteté les ondes de choc, et montrent leur réflexion sur les parois du tunnel; la réflexion semble se faire sur les dernières tranches d'air, et non sur les parois elles-mêmes, ce phénomène étant d'autant plus marqué que le front de l'obstacle est plus émoussé.

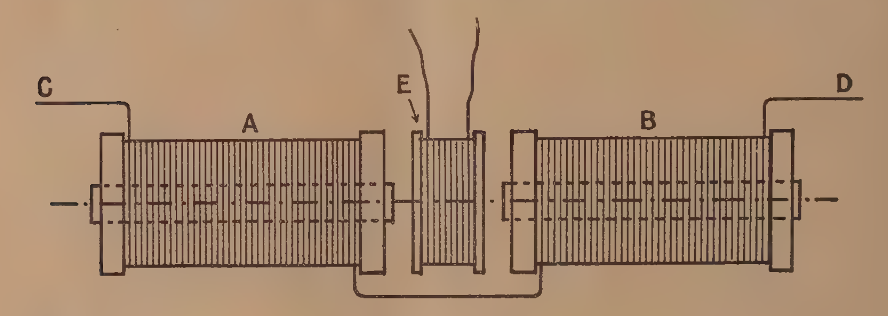
Avec un obstacle en forme de biseau, les ondes de choc partent de l'arête même, et présentent une amplitude moindre. Ce profil semblerait indiqué pour la réalisation des tubes de Pitot; si les difficultés d'emploi semblent trop grandes, la forme carrée présente alors le plus d'avantages; l'onde de choc partant bien en avant de l'orifice, la perturbation est moindre à l'endroit où l'on se propose de mesurer la pression.

L'étude de la structure fine de ces phénomènes est en cours.

MAGNÉTISME. — *Sur la recherche de la dissymétrie et les défauts dans les pièces ferromagnétiques.* Note [1] de M. **Jean Peltier.**

Dans ma dernière Note [2] j'exposais des essais basés sur l'emploi de champs tournants en vue de la détermination des défauts dans les pièces de révolution et j'indiquais la possibilité d'utiliser un dispositif *différentiel* pour les pièces de forme quelconque.

Je viens d'obtenir de nouveaux résultats en réalisant une sorte de balance d'induction réduite aux organes essentiels suivants :



A, électro-aimant à noyau de fer réglable par déplacement longitudinal;

B, électro-aimant identique au précédent et disposé en série avec A;

C, fil neutre du réseau de distribution du courant alternatif;

D, l'une des phases du réseau (la différence de potentiel entre C et D est sensiblement 115 volts et la fréquence 50 périodes par seconde);

E, induit ou bobine reliée aux bornes d'entrée d'un amplificateur basse fréquence de grande puissance.

Les connections entre les bobines A et B sont telles que le champ résultant dans l'entrefer où se trouve E soit pratiquement nul (dans ces conditions, le ronflement produit par un haut parleur à la sortie de l'amplificateur basse fréquence est minimum et un réglage convenable des divers organes de la « balance » permet un équilibre sensiblement parfait avec suppression à peu près totale de ce ronflement).

Il est dès lors évident que la présence de masses métalliques non symé-

---

(1) Séance du 31 août 1931.

(2) *Exploration des pièces ferromagnétiques de révolution par l'emploi des champs tournants* (*Comptes rendus*, 192, 1931, p. 348).

triques au voisinage des extrémités extérieures des noyaux de fer ou même dans l'entrefer des bobines A et B, provoque une dissymétrie du champ capable d'engendrer un courant induit dans la bobine E et par suite de produire un ronflement très intense dans le haut parleur. L'expérience m'a permis de constater que la sensibilité de ce dispositif est extrêmement grande et quelques variantes peuvent encore être envisagées :

Soit fixation des bobines A et B sur un noyau de fer unique ;

Soit au contraire division de E en deux petites bobines disposées symétriquement de façon à laisser libre l'entrefer (permettant ainsi d'introduire entre A et B la pièce à étudier).

Avec ce dernier appareil, la vérification des inégalités d'épaisseur dans les tubes métalliques serait d'une simplicité remarquable : chacune des parois se trouvant à proximité d'une extrémité d'un des noyaux de fer, la moindre variation d'épaisseur perturberait le champ magnétique provoquant le ronflement caractéristique déjà mentionné précédemment.

L'emploi de courants de plus grandes fréquences permettrait enfin d'aborder les essais sur des substances de plus faible perméabilité magnétique.

ÉLECTROCHIMIE. — *Préparation de cérium pur.* Note (¹) de MM. **Maurice Billy** et **Félix Trombe**, présentée par M. Georges Urbain.

Le but de ce travail a été d'obtenir du métal pur en opérant avec quelques grammes de sel, ce qui constitue une méthode de laboratoire pour la préparation des métaux des terres rares.

On prépare généralement le cérium par électrolyse d'un mélange de chlorure de cérium ($CeCl^3$) et de chlorures alcalins; on fond le mélange par chauffage extérieur ou par le courant, celui-ci variant suivant les méthodes de 30 à 200 ampères sous 6 à 15 volts.

Hildebrand et Norton (²) opèrent dans un creuset d'argile avec cathode en fer et anode en platine.

Hofer, Muthmann et Weiss (³) prennent un creuset de cuivre à double paroi avec enduit protecteur de sel, la cathode et l'anode sont en charbon. Le courant électrique maintient la fusion du bain.

(¹) Séance du 3 août 1931.

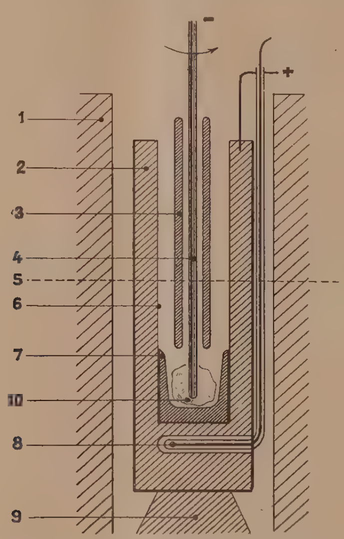
(²) Hildebrand et Norton, *Ann. Phys. Pogg.*, 156, 1875, p. 466.

(³) Muthmann, Hofer et Weiss, *Ann. Chem.*, 320, 1902, p. 231.

Hirsch (¹), utilise un creuset de fer. Harris, Schumacher et Lucas (²) et Kremers et Beuker (³) ont employé uniquement un matériel en carbone; ils purifient le métal par amalgamation ou refusion, mais ils ne donnent aucun détail ni sur la purification, ni sur l'analyse du métal obtenu. Moose et Parr (⁴) accusent 0,01 pour 100 Fe, 0,02 pour 100 d'oxyde dans le cérium préparé par Kremers et Beuker.

D'après ces travaux, on n'obtient un cérium très voisin de la pureté qu'après un affinage ultérieur.

Pour obtenir du métal pur directement, nous avons cherché à éviter



1, enceinte extérieure chauffante; 2, creuset de carbone (anode); 3, tube protecteur (quartz ou fluorine) de cathode; 4, cylindre de molybdène (cathode); 5, niveau du bain; 6, partie du creuset de carbone (anode); 7, creuset de quartz ou fluorine; 8, couple thermo-électrique; 9, support du creuset; 10, métal déposé.

l'introduction de tout élément étranger au cours de l'électrolyse. Le creuset a été pris successivement en charbon, en porcelaines diverses, en quartz fondu et en porcelaine de fluorine (⁵). Les électrolyses ont été faites avec

(¹) Hirsch, *Trans. Am. Electroch. Soc.*, 20, 1911, p. 57.

(²) Schumacher et Lucas, *Am. Chem. Soc.*, 46, 1924, p. 1167; Schumacher et Harris, 48, 1926, p. 3108.

(³) Beuker et Kremers, *Trans. Am. Electr. Soc.*, 47, 1925, p. 219.

(⁴) Moose et Parr, *Am. Chem. Soc.*, 46, 1924, p. 2656.

(⁵) Damiens, *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1235.

ou sans diaphragme de sel fondu; l'anode en charbon et la cathode en molybdène étant fixes ou tournantes.

Les meilleures opérations ont été obtenues avec un appareil composé d'un creuset de carbone servant d'anode au fond duquel on ajuste un creuset de quartz ou de fluorine non conducteurs. Le sel monte au-dessus du bord du creuset pour être en contact avec le creuset de carbone (anode). Au centre, on fait descendre près du fond une cathode tournante, cylindre de molybdène protégé dans sa partie supérieure par un tube en quartz ou en fluorine.

Le bain maintenu à 850° est composé de 25^g de chlorure de cérium, 16^g de chlorure de potassium et 2^g de fluorure de calcium. Le courant est de 10 ampères sous 12 volts.

Une opération de 1 heure et demie donne 9^g de cérium avec un rendement en métal de 70 pour 100 et un rendement en courant électrique de 50 pour 100. L'emploi des creusets en fluorine diminue ces rendements, la solubilité de la fluorine dans le bain limitant la durée de l'électrolyse.

On peut encore obtenir une électrolyse satisfaisante avec le $\frac{1}{8}$ des quantités indiquées, dans un appareil de dimension réduite.

Le métal obtenu en creuset de fluorine, examiné par la méthode des spectres d'arc, n'a donné que des traces de silicium; le dosage, après attaque de 2^g à l'acide chlorhydrique bromé, a révélé la présence de 0,08 pour 100 de silicium.

Aucune autre impureté n'a pu être décelée. Quelques constantes ont été prises.

Dureté Brinell : 250^{kg}, bille de 5^{mm}	42,5
Densité (dans le tétrachlorure de carbone)	6,75
Point de fusion [dans le vide ($\frac{1}{200}$ de millimètre)]	$815° \pm 5$

La préparation directe d'un métal du groupe des terres rares, dans un grand état de pureté et à partir de quelques grammes de chlorure, a été ainsi réalisée.

GÉOLOGIE. — *Sur le massif paléozoïque de Talambot (Rif espagnol).* Note [1] de M. **P. Fallot.**

J'ai noté [2] que le Jurassique de la chaîne calcaire du Rif est crevé à hauteur de Talambot par un massif paléozoïque. Celui-ci, d'orientation méridienne, débute au Sud par des affleurements apparaissant à l'Est et à l'Ouest de la crête jurassique cotée 1000 (carte française), tantôt séparé du Secondaire par du Permo-Trias, tantôt en contact direct avec les dolomies. Sa limite méridionale ne dépasse pas le parallèle 513.

La vallée de l'O. Talambot, dans son tronçon Est-Ouest, coupe ce Paléozoïque et montre qu'il porte normalement le Jurassique de la cote 1000 et du Dj. Kés, ce dernier esquissant un synclinal déversé à l'Ouest. A l'Est de ce sommet, le Paléozoïque (où l'on reconnaît les phyllites, les quartzites, les « calizas alabeadas », le Gothlandien à patine rose et le Paléozoïque récent décrits ailleurs [3] forme la double croupe de la position d'Adrouz et s'étend vers le Nord, limité, à l'Est, par un contact en partie anormal. A Talambot, le Primaire porte le Permo-Trias et le Jurassique, très réduits, presque verticaux, suivis immédiatement par un Flysch rose, synclinal, très écrasé, entre ces couches et la retombée du Jurassique qui domine Talambot à l'Est. Mais cette allure synclinale ne s'observe que sur quelques centaines de mètres. Plus au Nord, il semble que le flanc occidental du pli s'écrase et que le Primaire s'appuie directement contre le Jurassique du grand massif dominant Talambot, selon une surface inclinée à 80° à l'Ouest. Sur son bord ouest par contre, le massif paléozoïque disparaît très normalement sous le Jurassique d'un petit chaînon allongé entre ce Primaire et l'O. Lau, que la carte française dénomme Dj. Eghildjane. Cette disposition normale s'observe encore au Nord dudit chaînon, au Nord-Ouest de Tirines, où un petit dôme très redressé fait pointer le Paléozoïque au beau milieu du Jurassique.

La partie septentrionale du grand massif primaire est cachée par un conglomérat (avec cailloux d'Arenisca del Algibe, provenant donc de la

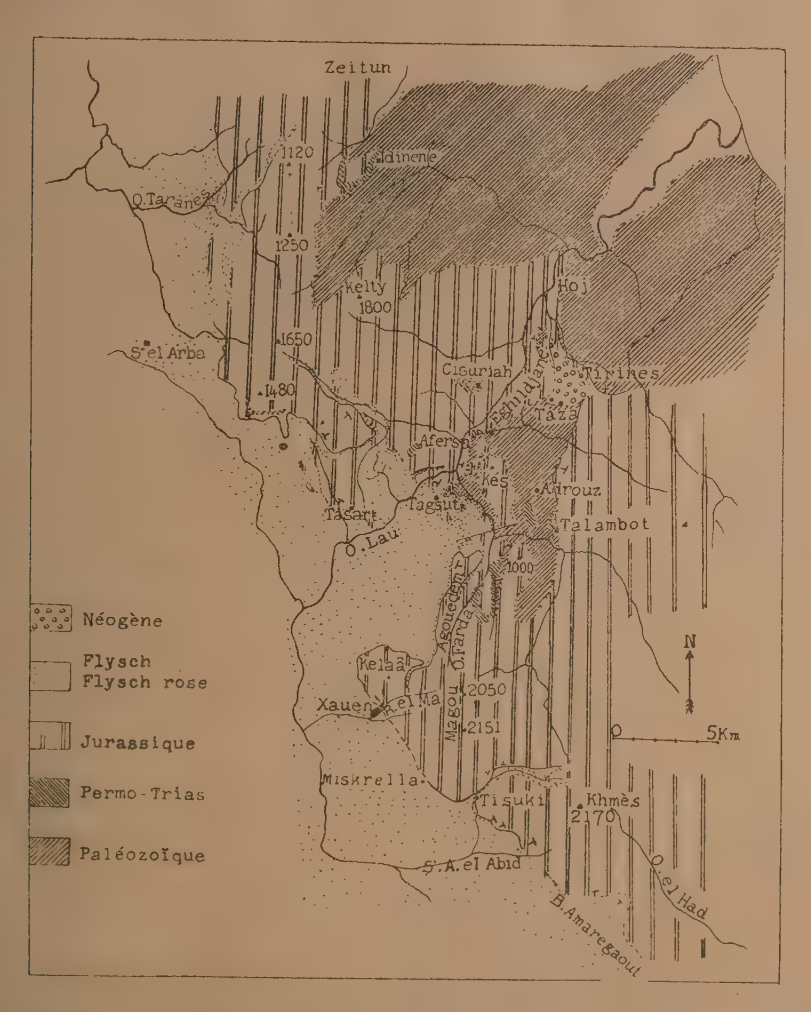
---

(1) Séance du 27 juillet 1931.

(2) *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 245.

(3) A. Marin, M. Blumenthal et P. Fallot, *Observations géologiques sur le Nord-Ouest du Rif marocain* (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e série, 30, 1930, p. 501-573).

zone du Flysch, et galets perforés par des pholades) passant à des mollasses tendres. Cette formation sans doute néogène est marine, sauf à l'Est vers Tamorabet, où les conglomérats prennent une stratification entre-croisée.



Au Nord le Paléozoïque disparaît sous le Jurassique dans lequel sont encaissés les deux oueds descendant, au Nord de Tirines, vers l'O. Lau. Mais ce Secondaire est très étroit et l'on ne tarde pas à retrouver à l'Est le Paléozoïque qui appartient à la zone interne de l'arc rifain, et qui, d'après

l'allure d'ensemble des contours, paraît légèrement appuyé contre le Jurassique, comme en beaucoup d'autres points de la bordure interne de la dorsale calcaire.

L'extension méridienne du massif de Talambot dépasse 13^{km}, sur une largeur de 4^{km},500. Si les contacts sur sa bordure Est peuvent paraître ambigus, le Paléozoïque disparaît de toute évidence sous sa couverture normale de Jurassique, à l'Ouest, disparition qui s'accompagne de pendages Ouest très accusés à l'Est du confluent de l'O. Talambot et de l'O. Lau.

L'orientation de ce massif coïncide avec celle des chevauchements du bord Sud de l'O. Lau. Son tracé est tout à fait oblique par rapport à cette partie de la chaîne calcaire. Les contacts désordonnés et chevauchements locaux qui s'observent dans cette région sont plutôt le fait de la saillie qu'il forme que de déplacements tangentiels importants.

PHARMACODYNAMIE. — *Sur quelques actions physiologiques du chlorotropane.* Note de MM. **Michel Polonovski** et **René Hazard**, présentée par M. A. Desgrez.

La toxicité générale de l'éther chlorhydrique du tropanol ou 3-chlorotropane [1] est, pour les animaux de laboratoire, beaucoup plus grande que celle de la base dont il dérive et même que celle de l'atropine. Chez le chien, qui supporte des doses élevées de tropanol, une dose de 0^{g},01 de chlorotropane par kilogramme par la voie intraveineuse suffit, en général, pour amener la mort; la respiration artificielle augmente considérablement la tolérance de l'animal.

Chez le rat blanc, le chlorotropane (dose mortelle minima voie péritonéale 0^{g},035 par kilogramme) se montre environ dix fois plus toxique que le tropanol.

Le cobaye qui supporte, comme tous les herbivores, des doses énormes d'atropine est tué, en général, par une dose de chlorotropane (0^{g},04 par kilogramme voie intrapéritonéale) environ dix fois plus faible que la dose mortelle moyenne d'atropine. Si l'on admet que la résistance des herbivores à l'intoxication par l'atropine repose sur la propriété que possède leur sang

---

[1] En ce qui concerne les constances physiques de ce corps, voir M. Polonovski, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 179; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 45, 1929, p. 304.

d'hydrolyser cet alcaloïde en ses éléments moins toxiques, on peut penser que l'organisme de ces animaux est incapable de faire subir cette saponification à un éther d'acide minéral.

Le chlorotropane exerce sur la pression artérielle du chien une action dont le sens même varie, pour une même dose de produit (0g,005 à 0g,01 par kilogramme voie intraveineuse), suivant les animaux en expérience. On observe le plus souvent une phase d'hypertension (atténuée mais encore nette après surrénalectomie) avec augmentation d'amplitude des contractions cardiaques, à laquelle succède une phase d'hypotension quelquefois peu marquée, parfois très accentuée, avec inotropisme et chronotropisme négatifs passagers. La phase d'hypotension peut être seule manifeste.

Le vague cardiaque présente une excitabilité électrique diminuée par une dose de chlorotropane [1] de 0g,005 par kilogramme. Il peut être paralysé quelquefois avec 0g,01 ; il l'est toujours avec 0g,02. Ces doses suppriment presque complètement l'action des doses d'acétylcholine normalement actives sur le cœur [2].

Le chlorotropane exerce sur l'intestin du chien *in situ* une action qui rappelle sur plus d'un point celle de la nicotine [3] : action d'abord et surtout excitante, caractérisée par l'augmentation du tonus et des contractions de l'intestin et troublée par une phase passagère d'inhibition d'allure et sans doute d'origine adrénalinique. La nicotine affaiblit et l'atropine supprime l'action normale du chlorotropane.

Les doses fortes (0g,01 à 0g,02) semblent développer secondairement une action paralysante : elles atténuent l'action de la nicotine, et une deuxième injection de chlorotropane reste généralement sans effet sensible par rapport à la première.

En somme, l'éthérification du tropanol par l'acide chlorhydrique augmente la toxicité de cet alcool ; renforce et rend plus périphérique l'action paralysante de celui-ci sur le vague cardiaque ; donne à l'action de la molécule sur l'intestin une allure nicotinique.

---

[1] R. Hazard, *Arch. Int. de Pharmacodynamie et de Thérapie*, **38**, 1930, p. 271.

[2] Le tropanol, au contraire, respecte ou accentue celle de l'acétylcholine (R. Hamet, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 820).

[3] Le tropanol produit sur l'intestin du chien *in situ* un effet excitant antagoniste de celui de l'atropine (R, Hamet, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 820).

TÉRATOLOGIE ENTOMOLOGIQUE. — *La bipartition expérimentale des pièces impaires de l'exosquelette chez le* Tenebrio molitor *L.* (*Coléopt.* Tenebrionidæ). Note [1] de M. **P. Cappe de Baillon**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Il existe chez les Coléoptères une anomalie assez fréquente, caractérisée par la bipartition plus ou moins complète du pronotum dans le sens de la largeur. Le fait qu'Arendsenein (1924) [2] a rencontré chez une même espèce le *Tenebrio molitor* L., tous les stades intermédiaires entre la simple échancrure du pronotum et sa division en deux sclérites distincts, indiquait déjà que l'anomalie n'était pas l'effet du hasard, mais correspondait à un processus de développement peut-être commun à un grand nombre d'Insectes. En pratiquant des coupes à travers le thorax de Coléoptères appartenant à diverses familles, J. Corset [*Les coaptations chez les Insectes* (*Bull. Biol. France et Belgique*, Supplément XIII, 1931)] a constaté l'existence d'un sillon médian, parfois très profond, non seulement sur le pronotum, mais encore sur le mésoscutum et sur le scutellum d'un bon nombre d'espèces, et il a émis l'hypothèse que ces pièces de l'exosquelette résultaient peut-être de la jonction, le long de la ligne médiane, de deux demi-sclérites formés isolément sur les faces latéro-dorsales d'un même segment. A l'appui de son idée, l'auteur cite plusieurs cas de bipartition accidentelle du pronotum et les attribue à un arrêt de croissance survenu au cours de la vie larvaire.

Cette hypothèse, en parfait accord avec ce qu'on sait des disques imaginaux et de leur disposition sur les segments, peut être aisément vérifiée par l'expérience : s'il est vrai que le pronotum, le mésoscutum et le scutellum de certains Coléoptères résultent de la jonction, le long de la ligne médiane, de deux demi-sclérites formés isolément sur un segment commun, la lésion unilatérale du premier ou du second segment thoracique doit entraîner l'arrêt de croissance du demi-sclérite correspondant, et rendre apparente la bipartition.

Les expériences de cautérisation faites sur le *Tenebrio molitor* L. ont confirmé ces prévisions, tout en faisant ressortir un point important : le

---

(1) Séance du 31 août 1931.

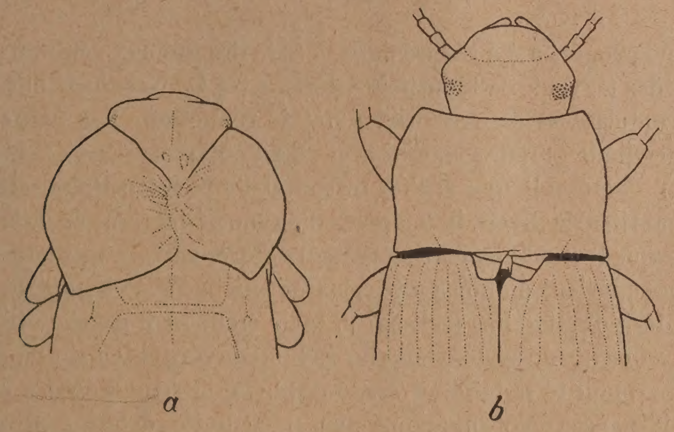
(2) S. A. Arendsen Hein, *Selektions-Versuche mit Prothorax und Elytra Variationen bei Tenebrio molitor* (*Entomol. Mitteil.*, 13, 1924, p. 152-193).

développement parallèle et simultané des deux moitiés du tergite impair.

1° Toute lésion *unilatérale* d'un segment thoracique, faite à un stade déterminé de la vie larvaire, provoque, chez la nymphe et chez l'adulte, la déformation du tergite correspondant au segment lésé;

2° Une lésion *unilatérale* étendue, intéressant la région moyenne d'un segment thoracique, détermine la bipartition du tergite impair formé par ce segment;

3° En dépit du caractère unilatéral de la lésion, les deux moitiés du tergite impair biparti offrent un développement sensiblement égal, preuve



Tenebrio molitor L. (Coléopt.). — *a*, bipartition du pronotum chez une nymphe, après cautérisation unilatérale du prothorax de la larve; *b*, bipartition du mésoscutum et du scutellum chez un adulte, après cautérisation unilatérale du mésothorax de la larve.

évidente de la solidarité qui les unit pendant la durée de leur formation : la lésion unilatérale d'un segment thoracique exerce une influence sur le segment tout entier.

La figure représente le résultat de la cautérisation unilatérale du prothorax (*a*) et du mésothorax (*b*), chez deux larves du *Tenebrio molitor*.

Dans le premier cas (*a*), le pronotum de la nymphe est biparti; dans le second (*b*), le mésoscutum et le scutellum de l'adulte sont formés de deux moitiés distinctes.

Étant donnée la variété de structure des pièces impaires de l'exosquelette chez les Insectes, il est impossible de tirer de ces données préliminaires une loi générale. Telles quelles, cependant, ces expériences apportent une con-

tribution à l'étude de la symétrie des Arthropodes; elles expliquent, en particulier, comment peut se réaliser la séparation, souvent si parfaite, des caractères extérieurs du sexe chez les Gynandromorphes bipartis. Étendues à d'autres espèces, elles permettront, sans doute, de préciser la part qui revient aux différents segments dans la formation de certains sclérites impairs d'origine obscure.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Procédé de microinjection quantitative.* Note de MM. **René Wurmser** et **Louis Rapkine**, présentée par M. G. Urbain.

Un grand progrès a été réalisé dans l'étude des milieux cellulaires quand, à la suite des travaux de Mansfield Clark, J. et D. Needham ont microinjecté des indicateurs de potentiel d'oxydo-réduction. Les recherches de J. et D. Needham (1), de Chambers et de ses collaborateurs (2) et de nous-mêmes (3) ont établi que si l'on introduit dans les cellules vivantes de petites quantités de divers indicateurs d'oxydo-réduction, ceux-ci se décolorent presque instantanément ou restent colorés suivant que leur potentiel normal est supérieur ou non à une certaine valeur que l'on appelle le potentiel d'oxydo-réduction intracellulaire. Mais on ne peut encore affirmer que la cellule renferme un système oxydo-réducteur véritablement en équilibre, existant en quantité notable et responsable de la réduction des colorants. On conçoit que ces colorants pourraient fixer de l'hydrogène provenant de certains donateurs grâce à la présence de diastases, sans que cet hydrogène existât sous une forme mobile, dans la cellule, avant l'introduction d'un accepteur. Or toutes les mesures effectuées jusqu'ici ne fournissent d'indications que sur le potentiel, c'est-à-dire le facteur d'intensité du travail de réduction que peut fournir une cellule, et ne nous renseignent pas sur son facteur de capacité, sur la masse de l'hydrogène mobile.

C'est pour entreprendre cette étude que nous avons établi un dispositif permettant d'introduire sous le microscope, dans une cellule ou un élément de cellule, des quantités déterminées de substance, c'est-à-dire de réaliser des microinjections quantitatives. Il suffit pour cela d'ajouter au dispositif

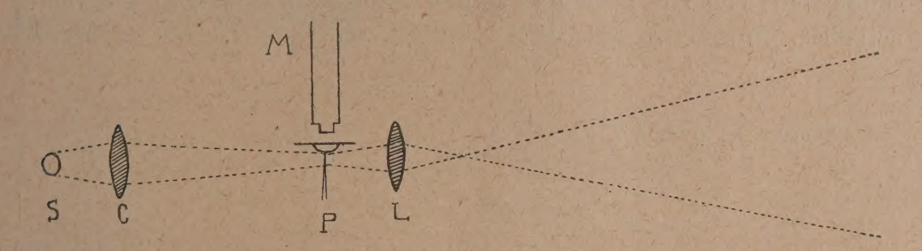
---

(1) J. et D. Needham, *Proc. Roy. Soc.*, B, 98, 1925, p. 259; 99, 1926, p. 173 et 383.

(2) B. Cohen, R. Chambers et P. Reznikoff, *Journ. of Gen. Physiol.*, 11, 1928, p. 585.

(3) L. Rapkine et R. Wurmser, *Proc. Roy. Soc.*, B, 102, 1927, p. 128.

ordinaire de Chambers, constitué par un microscope et un porte-pipette micrométrique, un éclairage latéral perpendiculaire à l'axe du microscope et une petite lentille montée, elle aussi, sur un support à mouvement micrométrique. Cette lentille donne sur un écran vertical une image agrandie de la pipette servant aux injections. La figure ci-dessous précise la disposition du montage : S représente la source de lumière constituée par une lampe à arc de tungstène ; le condensateur C assure un éclairage intense de la micropipette P dont on observe l'extrémité en même temps que la préparation en goutte pendante dans le microscope M ; la lentille L, dont la distance focale est de 28^{mm}, fournit un grossissement de 87.



En même temps que l'on observe dans le microscope la préparation et la projection horizontale de la pipette, on lit sur l'écran vertical les longueurs de la colonne de liquide injecté, dont on peut suivre à tout instant l'écoulement. Un calibrage de la pipette à la chambre claire ou à l'aide d'un micromètre oculaire permet ensuite de calculer les volumes correspondants.

Nous avons pu par cette méthode introduire dans le noyau d'une cellule des quantités déterminées d'une solution de 2.6-dibromophénolindophénol 0,0125 M en H_2, et en suivre la décoloration en fonction du temps. Les cellules expérimentées étaient celles de la glande salivaire du Chironome. Le volume du liquide injecté peut dépasser celui du noyau lui-même, qui reprend rapidement ses dimensions normales. Le colorant reste par contre toujours localisé dans le noyau, comme on peut s'en assurer en le réoxydant par injection de ferricyanure de potassium. Le tableau suivant indique quelques résultats :

Volume du noyau.	Molécule-gramme H_2.	Temps de réduction.
$1,2.10^{-4}$ mm³	$1,6.10^{-12}$	<1 seconde
1,2 »	3,2 »	<1 »
1,9 »	5,3 »	<1 »
1,9 »	10,5 »	<1 »
0,8 »	16 »	5 secondes

Ces premiers résultats montrent que le noyau de la cellule étudiée est environ $\frac{1}{40}$ moléculaire en H_2 mobile, et contient encore des réserves d'hydrogène rapidement mobilisable.

La méthode permet donc d'étudier directement à l'intérieur d'une cellule ou d'un élément cellulaire la cinétique de la réduction, de comparer à ce point de vue diverses cellules ou divers stades d'une même cellule, enfin de rechercher, parmi les divers constituants de la cellule, ceux qui peuvent quantitativement être rendus responsables des propriétés oxydo-réductrices du milieu intracellulaire.

La méthode proposée n'est pas seulement applicable à l'étude de la cellule; elle étend la technique volumétrique bien au delà de ses limites actuelles.

La séance est levée à 15^{h}20^m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 3 août 1931.)

Note de MM. *Gabriel Bertrand* et *P. de Berredo Carneiro*, Le principe actif du guarana :

Page 276, ligne 20, *au lieu de* guarinine, *lire* guaranine.